

利用层速度和测井资料研究 百色盆地泥岩高压异常

李 鹏 祯

(江汉石油管理局物探公司)

那读组泥岩是华南地区最典型的含油山间小盆地——百色盆地的主要生油岩。本文根据层速度和多项测井、录井资料,对该盆地田东凹陷那读组泥岩的欠压实现象进行了研究。

关键词 百色盆地 泥岩高压异常 层速度 测井

一、泥岩高压异常的检测

广西百色盆地是以中三叠统为褶皱基底的新生代内陆断陷盆地。第三系是一套砂泥岩地层,间夹煤层。田东凹陷始新统那读组以淡水至微咸水还原环境下的深湖—半深湖相泥岩为主,沉积速度可达 0.286 mm/a ,最大沉积厚度逾 2000 m 。除北部台阶带外,泥岩含量均在95%以上。正是这种快速沉积的巨厚泥岩,为高压异常的形成创造了良好的条件。

费特尔认为:泥岩声波时差值偏高,电阻率偏低,自然伽马强度偏低,密度降低,自然电位在泥浆矿化度大于地层水矿化度时偏正,钻井速度超过正常速度一倍,井径扩大,层速度明显降低等,都意味着泥岩井段可能存在异常高的地层压力。

百色盆地田东凹陷法1井和法5井钻遇的那读组由巨厚的泥岩间夹钙质泥岩组成,欠压实现象明显,这可从下列8个方面得到证明。

1. 声波测井曲线:如图1所示,法1井852—1288 m井段的时差值,总体上随深度增加而减小,但在890—970 m和1150—1240 m两井段明显增大,偏离趋势线的幅度可达 $45\text{ }\mu\text{s/m}$ 。法5井那读组的时差值在509—800 m井段平缓递减,但在800—980 m井段明显增大,偏离趋势线的幅度可高达 $120\text{ }\mu\text{s/m}$ 。

2. 自然伽马曲线:如图2A所示,法1井那读组的自然伽马强度总体上随深度增加而增加,但在上述890—970 m和1150—1240 m两个井段明显偏负。

3. 自然电位曲线:如图2B所示,法1井那读组自然电位呈现总体上随深度增加而减小的趋势,但在上述两井段内,自然电位可增加3至6 mV。

4. 2.5 m电阻率和深侧向电阻率曲线:如图2C和2D所示,法1井那读组电阻率值总体上随深度增加而增加,但在上述两井段内明显变小(深侧向电阻率由于采用对数坐标,精确

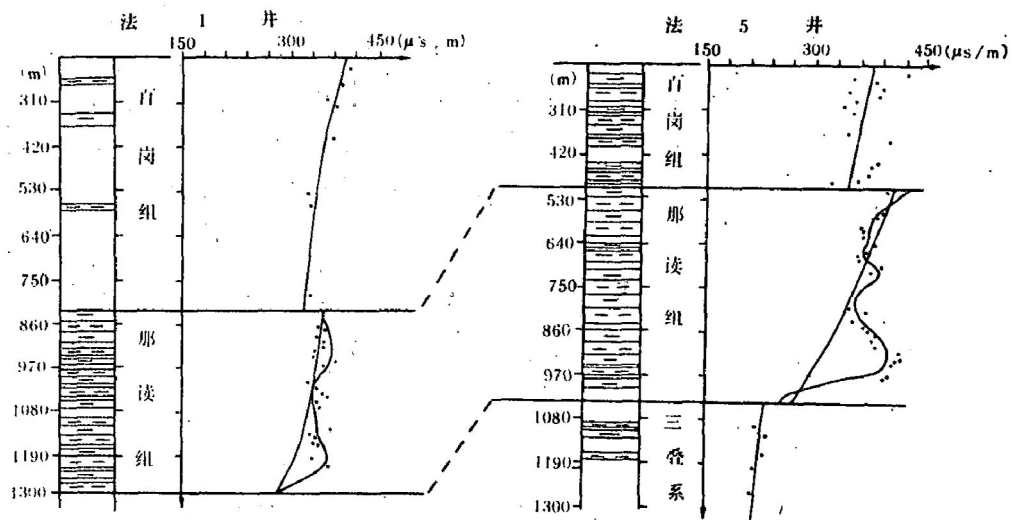


图1 那读组泥岩声波时差对比图

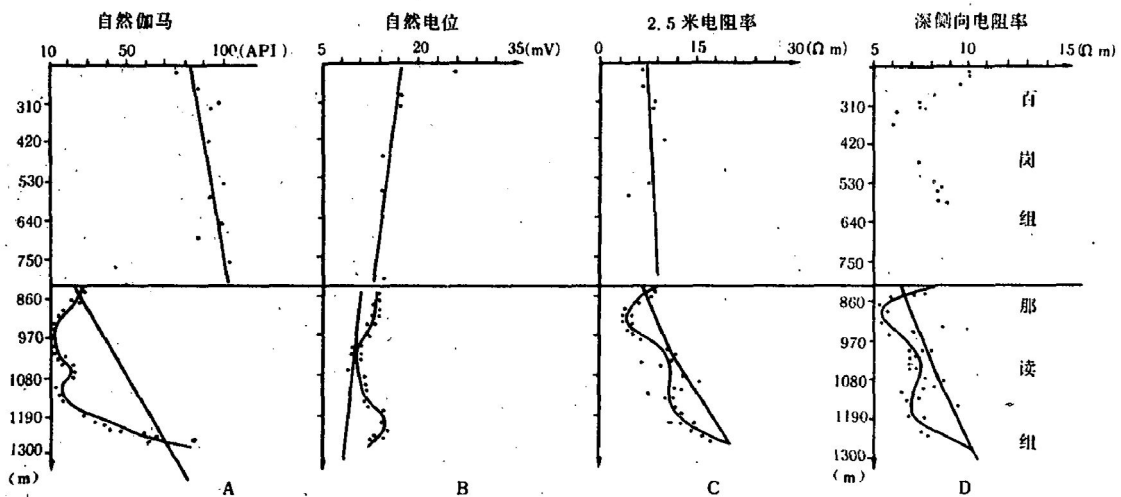


图2 法1井泥岩电测曲线对比图

度低, 且探测半径较小, 因而与 2.5 m 电阻率曲线不重合)。

5. 井径曲线: 如图 3A 所示, 法 5 井井径在密度值较低处明显扩大, 井径扩大从而与声波时差增大段也大体吻合。970 m 附近井径扩大到 54 cm, 是正常井径 (21.6 cm) 的一倍多。

6. 密度测井曲线: 如图 3B 所示, 法 5 井那读组泥岩密度在 970 m 附近明显降低, 比趋势值小 0.6 g/cm^3 。

7. 钻时曲线: 如图 4 所示, 法 1 井那读组顶、底地层的钻时分别为 25 min/m 和 35 min/m , 而在 950 m 和 1120 m 附近的钻时分别是 11 min/m 和 15 min/m , 不到顶、底钻时的一半。

8. 地震测井层速度曲线: 如图 5 所示, 法 1 井那读组 750 ms 和 930 ms 附近的层速度都有一定程度的降低。此外从图 5 可知, 坤 2 井、百 10 井、百 41 井、百 2 井的层速度曲线与法 1 井曲线类似, 层速度的极低点都出现在那读组顶、底附近。这表明, 凹陷内那读组泥岩

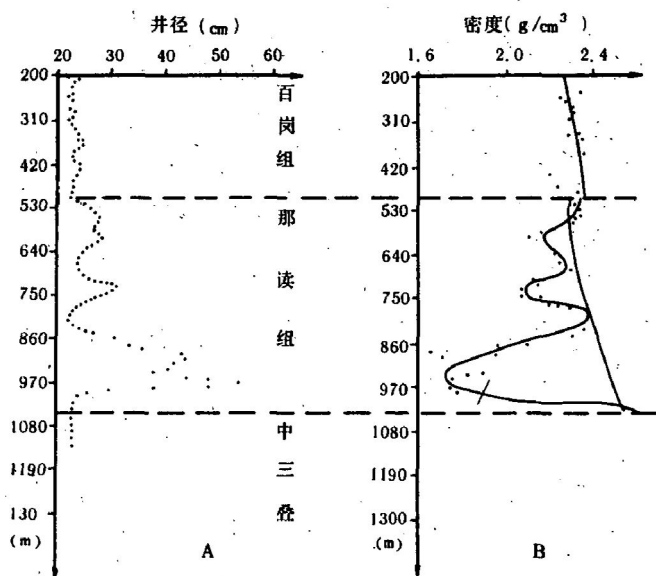


图3 法5井密度和井径曲线

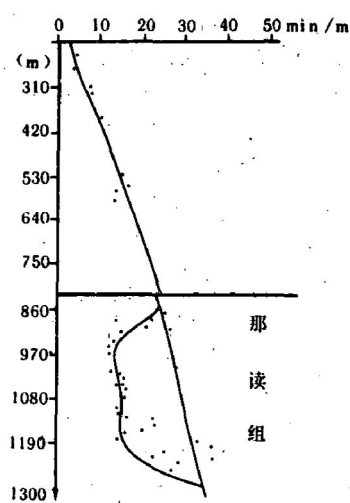


图4 法1井钻时曲线

中的高压异常有两段, 分别出现在距顶、底面约 100 m 的范围内。法5井那读组上段因有断层通过, 上部异常段消失, 但下部异常段仍较明显。

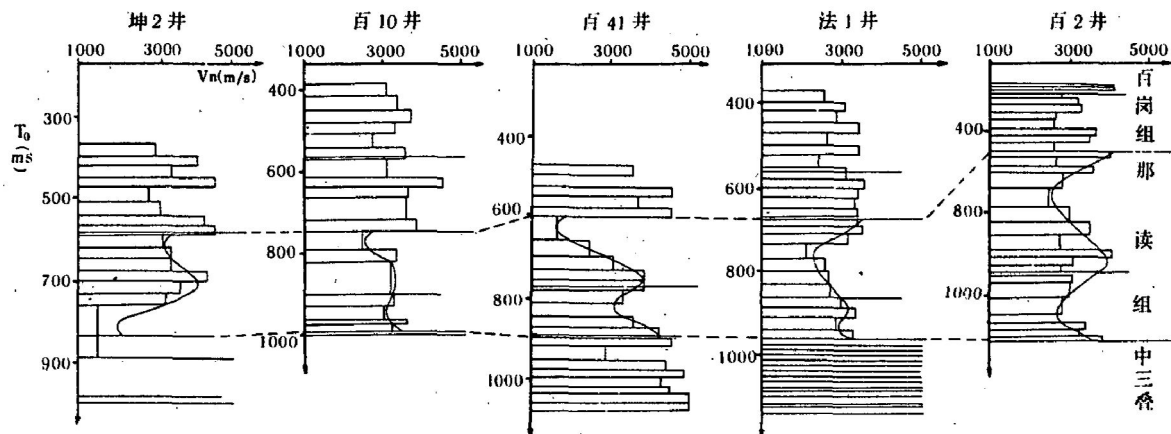


图5 地震测井层速度曲线

二、泥岩高压异常的预测

上述8项资料只能在已钻的井中获得。在钻井之前, 不可能根据这些资料对井下地层压力情况进行预测。尚未获得足够测井资料的地区是否存在泥岩高压异常, 笔者认为可根据层速度、地层水含盐度和随钻测井资料进行预测。

纯泥岩地层的层速度突然降低, 意味着泥岩中的流体未被正常排出。而流体未被排出, 意

味着地层欠压实，可能出现高压异常。

对地震资料进行共中心点叠加时可得到叠加速度，经倾角校正和迪克斯公式计算，可得到所研究的波组之间的层速度。根据设计井位附近的叠加速度谱算出的层速度曲线，与已被证实具高压异常的邻区的速度曲线进行比较，能确定高压异常出现的井段和幅度。如图6所示，那读组的层速度小于上覆百岗组的层速度；特别是那二段，虽埋深增加，层速度值反而降低。在相应的地震剖面上，该段泥岩的波形特征也反映出明显的塑性流动迹象。这些资料都说明该剖面的那二段存在较明显的泥岩高压异常。

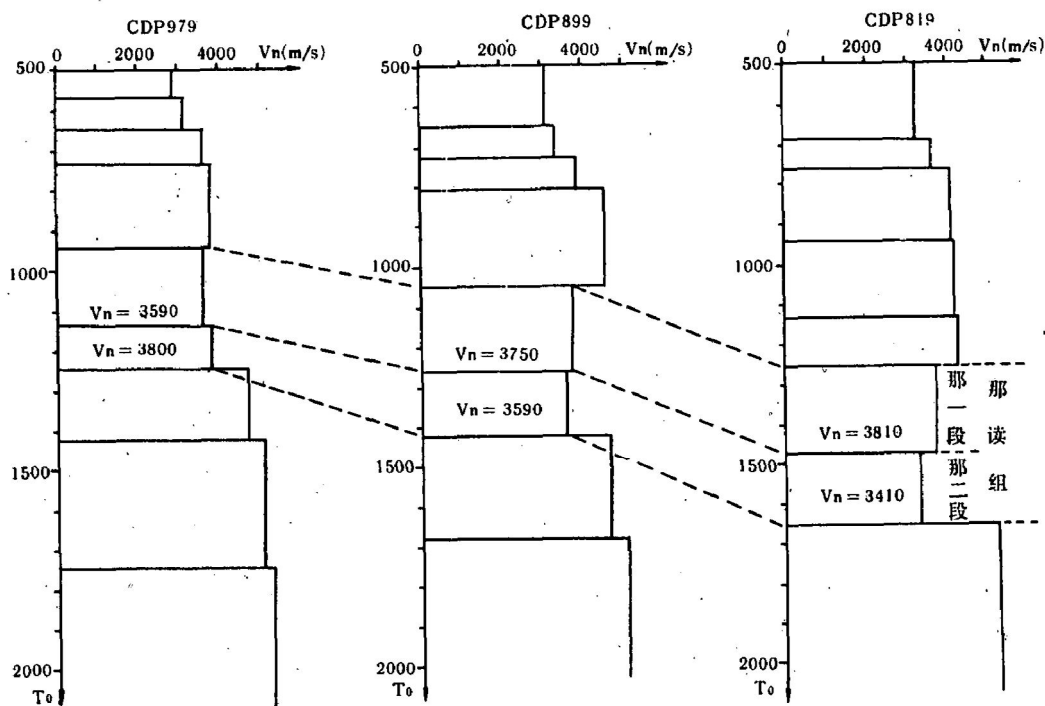


图6 T86—21 测线层速度柱状图
(已进行倾角校正)

层速度的平面变化与高压异常的平面变化有密切的联系。为此，我们计算了16条地震测线136个谱点的那读组层速度值，经四阶三维趋势校正后勾出了等埋深层速度平面图。该图有三个低速区块。第一区块的百56井，第二区块的那1井，第三区块的百6补井、法1井等，都具有异常高的地层压力。

在地震资料特殊处理中，用伪速度测井模块所得速度的精度高于叠加速度的精度。先用井旁道与声波时差序列褶积求取反子波，用反子波与地震道反褶积求出反射系数序列，再把该序列换算成波阻抗值，除去波阻抗的密度因子就可得到相对速度剖面 and 绝对速度剖面，经彩色显示后可直观地看出地层速度的纵横向变化，从而可精确地预测泥岩高压异常。

作为一种长期预测措施，我们应该综合分析上述3种速度成果，搞准设计井位地层层速度的变化曲线，以作出钻前泥浆比重设计方案。

经验表明，某些纯砂岩中地层水含盐度与相邻泥岩的孔隙度成反比。在正常压实条件下，随深度增加，泥岩孔隙度减少，相邻砂岩中含盐度增加；但当泥岩中存在高压异常时，泥质

颗粒处于欠压实状态,孔隙度相对增加,在高压层上大约200 m的范围内,砂岩中地层水的含盐度将明显降低。

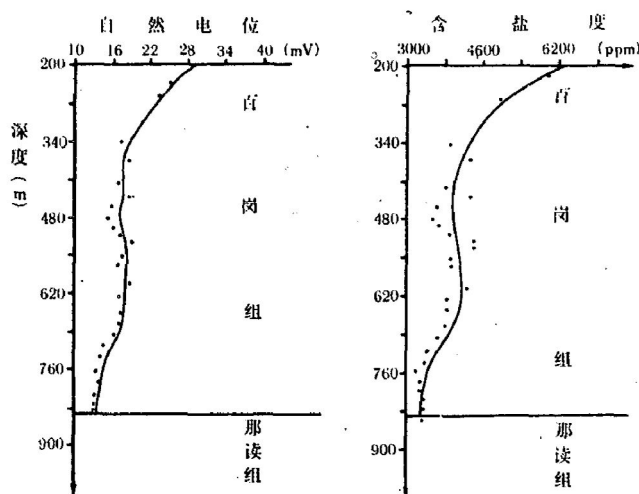


图7 法1井百岗组砂岩含盐度

图7中法1井百岗组砂岩的地层水含盐度曲线,是根据自然电位曲线算出来的:

$$C_s = C_{mf} \times 10^{(E_s/K)}$$

式中 C_s 和 C_{mf} 分别是地层水和泥浆的含盐度, K 是自然电位系数, E_s 是纯砂岩的自然电位值。该井480—690 m井段百岗组砂岩的地层水含盐度约为4000 ppm。从700 m左右开始,含盐度明显降低,这预示着900 m附近的那读组泥岩中有高压异常存在。

随钻测井仪可及时提供测井曲线,根据这些曲线可及时了解钻头附近的地层压力情况。

三、石油地质意义

田东凹陷的盖层在田阳运动时期普遍遭受了剥蚀,凹陷中心和边缘的剥蚀厚度分别为600 m和1300 m。当时的古地温梯度为 $3.37^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ 。那读组大量生油的古埋深约是2400 m。在该深度附近,高压异常引起泥岩中的流体大量排出,有效地促进了凹陷内油气的初次运移。

在欠压实情况下,地层异常压力可以促使流体向上、下两方向运动,对古生新储和新生古储式油气藏的形成都有利。

田东凹陷上法油田就是中三叠统基底灰岩储油的新生古储式潜山型油藏。该油藏的地垒型正断层对灰岩起着抬升和封闭作用,但断距不大,断面附近灰岩与生油岩的接触面很小,侧向初次运移直接进入圈闭的流体很有限;大量的流体是在泥岩中异常高的地层压力的作用下,向下运移到剥蚀面内的。然后,原油从载体中分离出来,形成单独的油相,在浮力作用下向古隆起运移,形成了该油田。

具有异常高压的泥岩含有大量的流体。这些流体减弱了泥质颗粒的固结力,使泥岩的可塑性大大增强,在外界压力作用下,很容易发生塑性流动。在T86—21剖面上,那二段在1150号桩附近减薄,在700号桩附近明显加厚,地震反射同相轴呈类似高粘性物体流动之状排列,层速度具有明显的随埋深增加而降低的趋势,这是泥岩塑性流动的典型例子之一。

凹陷西北角百56井那读组泥岩,电性曲线明显两分:上截处于正常压实状态,下载处于欠压实状态。在相应的地震剖面上,下载反射杂乱,缺乏 $T_{3.5}$ 反射波组,与凹陷中心和北部台阶上的原生泥岩大不一样,它是塑性流动的结果。在流动过程中,泥岩中部的油气也被大量排出。凹陷西北角的中三叠统灰岩、那读组砂岩、百岗组砂岩均形成了产能较高的油藏,使西北角成为该凹陷的“金三角”。

最后，感谢滇黔桂物探公司主任工程师黄永明的指导和助工周铨钢的帮助。

参 考 文 献

- [1] 瓦尔特·H·费尔，1982，异常地层压力，石油工业出版社。

STUDING HIGH PRESSURE ANOMALY OF MUDSTONE IN BAISE BASIN BY INTERVAL VELOCITY AND WELL LOGGING DATA

Li Pengzhen

(Geophysical Exploration Company, Jiangnan Petroleum Administration)

Abstract

Based on the data of interval velocity, acoustic time difference, gamma-ray log, self-potential, apparent resistivity, caliper log, drilling time etc., this paper studies the incompact phenomenon of Eocene mudstone in Tiandong Depression, Baise Basin, Guangxi.

皖南海相地层的油气苗

皖南地区自震旦纪以来，广泛发育了数千米厚的海相碳酸盐岩，生油岩系厚 2000—3600 m，生储盖组合配套完整。迄今已在寒武系-下三叠统的各个层段的海相沉积岩中发现不同类型的油气苗数处，其中以泾县北贡、巢县马家山和青阳县木镇的油气苗较引人注目，现作一简略介绍。

在泾县北贡许村 ZK₃ 井，于井深 25—29 m 处，钻遇厚度为 0.8—1 m 的沥青脉，其层位属下奥陶统红花园组 (O_{4h})。经氯仿沥青“A”族组份分析，沥青“A”48.36%，饱和烃 5.89%，芳香烃 32.93%。

巢县马家山采石场，在下三叠统灰岩的裂缝和晶洞中普遍见有原油。这种情况并非马家山一枝独秀，宣城市水东镇午山岗 49 号采煤井和宁国县港口镇灰山 37 号井的灰岩裂缝中亦见有原油。

处于芜湖低褶带与贵池高褶带过渡区域内的青阳县木镇地区，由长风煤矿施工的三、四号浅井钻遇气层，据现场工作人员反映：36 m 长的钻具被顶起，钻台上有轻微的震动感，喷出的气体味臭，井口工人伴有恶心、不思饮食等轻度中毒现象。为查明该气苗的性质，安徽石油勘探总公司部署了“南查一井”。当钻至井深 35 m 时，钻井液中出现大量气泡。经取样分析，其结果为：溶解烃 (μL/L)：甲烷 3.27、乙烷 0.54、丙烷 0.16、异丁烷 0.03 等；物上气 (ppm)：甲烷 158.73、乙烷 18.69、丙烷 6.19、异丁烷 1.67 等。初步认为该气苗属凝析油—湿气阶段的天然气。因钻机能力所限，未能够继续钻进，推测产气层位为下二叠统孤峰组 (P_{1g}) 或断层破碎带中。

(袁祖华)